

УДК 614.8

А.А.ТЕСЛЕНКО, канд. физ.-мат. наук, А.Ю.БУГАЕВ

Национальный университет гражданской защиты Украины, г.Харьков

Б.И.ПОГРЕБНЯК, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ЗАЩИТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Исследованы возможности имитационного моделирования к проблемам защиты производственных коммуникаций на примере имитационной модели огнепреградителя. Построена имитационная модель огнепреградителя, позволяющая исследовать чувствительность его параметров к условиям эксплуатации. Проведены пробные исследования с использованием этой имитационной модели. Определена чувствительность критического диаметра канала огнепреградителя к параметрам, определяющим скорость огневого фронта пламени в простейших допущениях.

Досліджено можливості імітаційного моделювання до проблем захисту виробничих комунікацій на прикладі імітаційної моделі вогнеперешкоджувача. Побудовано імітаційну модель вогнеперешкоджувача, що дозволяє дослідити чутливість його параметрів до умов експлуатації. Проведено пробні дослідження з використанням цієї імітаційної моделі. Визначено чутливість критичного діаметра каналу вогнеперешкоджувача до параметрів, які визначають швидкість вогневого фронту полум'я в найпростіших допущеннях.

The possibilities of simulation modeling are investigational to the problems of defence of produce communications. On the example of simulation model of огнепреградителя. The simulation model of огнепреградителя allowing to investigate the sensitiveness of his parameters to the external environments is built. Trial researches are conducted with the use of this simulation model. The sensitiveness of critical diameter of channel of огнепреградителя is certain to the parameters qualificatory speed of fire front of flame in the simplest.

Ключевые слова: модель, оптимизация, объект повышенной опасности, взрывобезопасность, производственная коммуникация, огнепреградитель.

Расширение масштабов техногенной деятельности человека, которое сопровождается неуправляемым ростом производства, приводит к частому возникновению техногенных аварий. Они приводят к возникновению стихийных бедствий, катастроф и аварий с многочисленными человеческими жертвами, большими материальными потерями и нарушениями условий жизнедеятельности. Наиболее важной частью производств, с точки зрения техногенной опасности, являются производственные коммуникации. По производственным коммуникациям (системы для прокладки трубопроводов, наземные трубопроводные эстакады, подземные туннели, траншеи, системы канализации, отдельные трубопроводы, воздухопроводы, лотки, каналы и т.п.) пламя может распространяться в тех случаях, если внутри в них образовалась горячая концентрация паров ЛВЖ, ГЖ, газа или пыли; когда трубопроводы с горючими жидкостями работают неполным сечением; если есть пласт горючей жидкости на поверхности воды в системе произ-

водоственной канализации, в лотках и траншеях или горючие отложения на поверхности труб, каналов и воздухопроводов; если в системе находятся газы, газовые смеси или жидкости, способные раскладываться с дальнейшим загоранием под влиянием высокой температуры или давления. Огонь может распространяться также через технологические отверстия в глухих стенах и перекрытиях, где проходят трубопроводы, и другие транспортные устройства.

Чтобы предотвратить распространение огня по производственным коммуникациям, применяют разные по своему устройству защиты: огнепреградители сухие; огнепреградители в виде гидравлических затворов; затворы из твердых измельченных материалов; задвижки и заслонки, которые автоматически закрываются; водные занавесы; перемычки и т.п.

В исследованиях, подобных [1, 2], огнепреградители, предохранительные клапаны и другие аналогичные устройства для предотвращения аварий рассчитываются исходя из наихудших возможных условий. Понятие наихудших подразумевает существование предельных значений какой-либо величины, выше (или ниже) которых быть физически не может. В реальности значения всех физических величин в той или иной степени определены (или заданы) неточно, и по существу являются случайными. Имитационное моделирование естественным образом учитывает этот факт.

Имитационное моделирование – метод, который позволяет строить модели, которые описывают процессы в условиях приближенных к действительности. Такую модель можно рассматривать во времени как для одного испытания, так и для нескольких. Результаты при этом могут определяться случайным характером процессов. Имитационное моделирование – исследовательский прием, основанный на замене исследуемой системы имитатором, с которым проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе.

С помощью имитационного моделирования можно определить более точно параметры огнезащитного оборудования. Имитационное моделирование можно использовать для расчета огнепреградителя, аварийного слива, предохранительного клапана.

В предложенной работе осуществляется имитационное исследование сухого огнепреградителя. Принцип действия сухих огнепреградителей основан на гашении пламени в узких каналах, которое, согласно теории распространения пламени, обусловлено тепловыми потерями из зоны реакции к стенкам канала. Действие огнепреградителей на детонационное пламя состоит в измельчении и разрушении фронта ударной волны в узких каналах и следующем гашении пламени

за счет тепловых потерь. Огнепреградителями защищают газовые, паровоздушные и жидкостные линии, в которых по условиям технологического регламента или при нарушении нормального режима работы могут получаться горючие концентрации, а также линии с наличием веществ, способных раскладываться под действием давления, температуры или других факторов.

Сухие огнепреградители – защитные устройства на трубопроводах, которые свободно пропускают поток газов через твердую огнезащитную насадку, но задерживают (гасят) пламя. Математическая модель сухого огнепреградителя [3] описывается формулой

$$Pe_{кр} = \frac{U_n d_{кр}}{a}, \quad (1)$$

где $Pe_{кр}$ – критерий Пекле, который на грани гашения пламени равен 65; a – коэффициент температуропроводности; U_n – нормальная скорость распространения пламени; $d_{кр}$ – критический диаметр канала огнепреградителя.

Как правило, расчетным параметром является $d_{кр}$. В этом случае математическую модель можно записать в виде:

$$d_{кр} = \frac{Pe_{кр} \cdot \lambda \cdot R \cdot T}{U_n \cdot C_p \cdot P}, \quad (2)$$

где λ – коэффициент теплопроводности горючей смеси; R – газовая постоянная; T – температура горючей смеси; C_p – теплоемкость горючей смеси; P – давление горючей смеси.

Все составляющие формулы, за исключением газовой постоянной, в каждом конкретном случае известны весьма приблизительно. Возникает вопрос, насколько погрешность в них, согласно алгоритму, будет влиять на критический диаметр. Для примера, рассмотрим влияние на критический диаметр нормальной скорости распространения огня. Кажется, что задача простая. Можно задаться нормальным распределением в U_n и аналитически определить чувствительность $d_{кр}$ в виде дисперсии от U_n , как от случайной величины. Однако возникают трудности с определением характера распределения в скорости распространения огня. Относительно такого распределения трудно сделать какие-либо предположения. Предположим, что U_n зависит от температуры следующим образом:

$$U_n = U_{n0} \left(\frac{T}{T_0} \right)^2, \quad (3)$$

где U_{n0} – нормальная скорость движения фронта пламени при начальных условиях (условиях до воспламенения); T_0 – температура горения газа при начальных условиях.

В алгоритме расчета U_n считается таблично заданной. Определим U_{n0} равным табличному и зададим T равным T_0 . Таким образом, U_n станет таблично заданным. Построим статистическую модель, в которой T_n является случайным, нормально распределенным, с математическим ожиданием равным T_0 . Тогда дисперсия $d_{кр}$ будет равна $0,3 \text{ мм}^2$, если предполагается тушение стехиометрической смеси этилена с воздухом, при давлении 150 кПа, при температуре 20 °С. Скорость движения фронта пламени считается равной 0,735 м/с. Даная модель является оригинальной, находится в дееспособном состоянии и пригодна для имитационного исследования огнепреградителей. Оригинальность данной работы состоит еще и в том, что исследование проводится на основе единого подхода с использованием одного языка имитационного моделирования, что и в работах [1, 2].

Таким образом, имитационное моделирование позволяет всесторонне и подробно исследовать имитируемые сущности. В перспективе, возможно создание составных имитационных моделей, т.е. моделей, состоящих из конечного числа других имитационных моделей.

1.Тесленко А.А., Михайлюк А.П., Олейник В.В. О возможности создания обобщенного языка моделирования чрезвычайной ситуации для планирования профилактической деятельности // Матеріали наук.-техн. конф. «Актуальні проблеми наглядно-профілактичної діяльності МНС України». – Харків: УЦЗУ, 2007. – С.60-62.

2.Тесленко О.О., Михайлюк А.П., Олійник В.В. Досвід застосування узагальненої мови моделювання надзвичайної ситуації до ідентифікації об'єктів. // Проблеми надзвичайних ситуацій: Зб. наук. пр. УЦЗ України. Вип.7. – Харків: УЦЗУ, 2008. – С.139-144.

3.Киселев Я.С. К расчету диаметра и длины огнегасящего канала в сухих огнепреградителях // Пожаровзрывобезопасность. – 1998. – Т.7, №1. – С.33-35.

Получено 17.02.2011